



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **01309212 A**(43) Date of publication of application: **13.12.89**

(51) Int. Cl.

H01B 12/16(21) Application number: **63140060**(22) Date of filing: **06.06.88**(71) Applicant: **HITACHI CABLE LTD**(72) Inventor: **KANEOKA MAMORU
NUMAJIRI FUMIYA
MURAKAMI KENICHI****(54) COOLING METHOD FOR SUPERCONDUCTIVE CABLE**

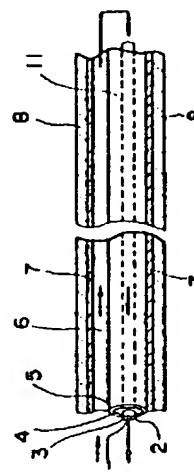
without generating a breaking and the like to the superconductive cable 11.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1989,JPO&Japio

PURPOSE: To make it possible to cool a superconductive cable with giving no damage such as breaking by cooling from an outer coolant tube which forms the outward passage at the starting of cooling.

CONSTITUTION: A coolant is let flow by making an outer coolant passage 6 as the coolant outward passage, and an inner coolant passage 2 as the coolant return passage. As a result, an outer coolant tube 7 is cooled first to generate a thermal contraction, and a superconductive cable 11 generates a contraction force at a conductor 3 including an inner coolant pipe 2, an insulator 4, and the cable core of an outer shield layer 5, at both ends of the cable. Generally speaking, however, since the bending rigidity of the outer coolant pipe 7 is stronger, the cable core of the superconductive cable 11 generates a bending in the outer coolant pipe 7, and after that, the cable is cooled to a specific temperature as a whole, and restored to the form of the ordinary condition. Consequently, the system can be cooled as a whole



⑫ 公開特許公報(A)

平1-309212

⑤Int.Cl.⁴

H 01 B 12/16

識別記号

Z A A

庁内整理番号

6969-5G

⑬公開 平成1年(1989)12月13日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全3頁)

⑭発明の名称 超電導ケーブルの冷却方法

⑰特 願 昭63-140060

⑱出 願 昭63(1988)6月6日

⑲発明者 金 岡 護 茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社電線研究所内
 ⑲発明者 沼 尻 文 哉 茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社電線研究所内
 ⑲発明者 村 上 賢 一 茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社電線研究所内
 ⑲出願人 日立電線株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号
 ⑲代理人 弁理士 小山田 光夫

明 細 書

1. 発明の名称

超電導ケーブルの冷却方法

2. 特許請求の範囲

1. ケーブル導体中心に冷媒管を設け、ケーブル外周にも外部冷媒管により外部冷媒通路を設置して、これらに液体ヘリウムまたは液体窒素の冷媒を流して冷却する極低温超電導ケーブルにおいて、

冷却開始時には、まず冷媒往路となるを外部冷媒通路の一端から冷媒を流入させて外部からケーブル導体を冷却し、続いて上記外部冷媒通路の他端側からケーブル導体中心に設けた内部冷媒管に冷媒を逆流させて冷媒復路により内部からケーブル導体を冷却するようにしたことを特徴とする超電導ケーブルの冷却方法。

2. ケーブル外周に外部冷媒通路を形成する外部冷媒管内に内部突起を形成し、この中にケーブル導体中心に冷媒管を有する超電導ケーブルをスネーク状に布設した超電導ケーブル。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、超電導電力ケーブル、特に極低温超電導電力ケーブルの冷却方法と冷却システムを有する極低温超電導電力ケーブルに関する。

〔従来の技術〕

一般的な超電導電力ケーブルを第2図を参照して説明する。導体3の内部に冷媒通路1を有し絶縁体4および外部遮蔽層5を被覆してなる超電導ケーブル11が、外部冷媒通路6を形成する外周を断熱材8で被覆されたステンレス等からなる外部冷媒管7内に挿入されて構成されている。

この超電導ケーブル11を冷却する場合、まず導体内部の冷媒管2内の冷媒通路1に、冷媒を流してケーブル内部より徐々に冷却していくが、例えば冷媒が液体窒素のような極低温冷媒の場合、ケーブル布設時の大気中の温度と冷媒である液体窒素の温度との間には約220℃もの大きな温度差がある。一方、ケーブルには熱容量があるので、ケーブル全体が所定の温度まで冷却されるに

は非常に時間が掛かるものとなっている。

したがって、冷媒温度を徐々に下げながらケーブルシステム全体の温度を下げるようにすることが必要であり、ケーブルシステム全体を所定の温度までに冷却するには通常1～2週間の期間が必要とされている。また、この冷却時間を短縮するために、当初から所定温度に近い冷媒を充填したときには、先ずケーブル内側即ち、導体3のみが急速に冷却されて導体3が急激に熱収縮を起こすことになる。しかし、ケーブル外部遮蔽層5や外部冷媒管7等は導体3ほど急激には冷却されないため、導体3の熱収縮量と外部冷媒管7の長さ方向の熱収縮量に大きな差が生じてしまう。さらに、ケーブル両端で導体3と外部冷媒管7を固定する不動点があるため、導体3が外部冷媒管7の強度に負けて伸びるか、または外部冷媒管7が導体3の収縮力に負けて縮むかのいずれかになり破壊の原因となる。一般に、外部冷媒管7は金属パイプである例えば、ステンレスパイプで形成されているため、結果として内部冷媒管2を含む導体

一端から冷媒を流入させて先ず冷媒往路による外部からケーブル導体を冷却し、続いて上記外部冷媒通路の他端側からケーブル導体中心に設けた冷媒管に冷媒を逆流させて冷媒復路により内部からケーブル導体を冷却するようにしたことを特徴とする超電導ケーブルの冷却方法、およびケーブル外周に外部冷媒通路を形成する外部冷媒管内に内部突起を形成し、この中にケーブル導体中心に冷媒管を有する超電導ケーブルをスネーク状に布設した超電導ケーブルである。

したがって、何ら超電導ケーブルに破断等を発生することなくシステム全体の冷却を行なうことが可能となり、冷却時間を大幅に短縮することができる。

【実施例】

以下、図面に基づいてこの発明の実施例を説明する。第1図は極低温度超電導ケーブルの横断面図、第2図は極低温度超電導ケーブルの長さ方向の断面図である。なお、第2図は挿入された超電導ケーブルが1本として示してある。外周を断熱材

3が伸び切り、最終的にはこれが破断した状態となる。

【発明が解決しようとする課題】

このように、従来の極低温度超電導ケーブルの冷却方法では、大気温度と所定冷媒との間の温度差が非常に大きいため、急激にケーブルシステムを冷却すると冷媒管および導体を破断してしまうため、どうしても数日のオーダーの時間を掛けて徐冷を行なう必要があった。

この発明は、このような点に鑑みてなされたもので、より早く極低温度超電導ケーブルシステムの冷却を行なうことができる冷却方法と冷却システムを有する極低温度超電導ケーブルを提供することを目指す。

【課題を解決するための手段および作用】

この発明では、ケーブル導体中心に冷媒管を設け、ケーブル外周にも外部冷媒管により外部冷媒通路を設置して、これらに液体ヘリウムまたは液体窒素の冷媒を流して冷却する極低温度超電導ケーブルにおいて、冷却開始時には、外部冷媒通路の

8で被覆された、例えばステンレス材の外部冷媒管7内に、冷媒通路1を有する内部冷媒管2を内部に挿入した導体3の外周に絶縁体4および外部遮蔽層5を被覆した超電導ケーブル11が挿入され布設されて構成される。この超電導ケーブル11と外部冷媒管7との間の空間が外部冷媒通路6を形成する。

このように形成された極低温度超電導ケーブルを布設後ケーブルシステムを冷却する当り、先ず、外部冷媒通路6の一端側の送端部から所定の冷媒、例えば、液体窒素を流入させ、矢印で示すように他端側の冷媒受端部からケーブル内部冷媒通路1に逆流するように流入させ、再度送端部側へ戻すように流して冷却する方法を行なう。即ち、外部冷媒通路6を冷媒往路、内部冷媒管2を冷媒復路に形成して冷媒を流すようにするのである。すると、冷媒による冷却は先ず外部冷媒管7が冷却され、その温度が急激に低下して熱収縮が生じる。このとき、超電導ケーブル11は少なくともケーブル内端部ではケーブル導体3および外部冷

媒管 7 が固定されているため不動点が存在し、このため内部冷媒管 2 を含む導体 3、絶縁体 4 および外部遮蔽層 5 のケーブルコアには収縮力が生じる。このとき、一般に外部冷媒管 7 の曲げ剛性の方が強いため、超電導ケーブル 11 のケーブルコアは外部冷媒管 7 内で座屈を生じることになる。その後、ケーブル全体が所定の温度まで冷却され、定常の状態の形状に戻る。

さらに、この例では外部冷媒管 7 を、第 3 図に示すようにフランジ 9 を有する管 7 a の端部の内側に突起 10 を形成した外部冷媒管 7 a を使用する。このフランジ 9 は他の外部冷媒管 7 a と接続するためのつなぎ部である。そして、この外部冷媒管 7 a 内に超電導ケーブル 11 が挿入され布設されて構成される。したがって、超電導ケーブル 11 は最初からスネーク状に蛇行して設置されることになる。

このように構成された極低温超電導ケーブルは、冷却する際に、上記例と同様に一端の冷媒送端側から冷媒である、例えば液体窒素を冷媒往路

に流入させ、他端側の冷媒受端部から超電導ケーブル 11 の内部冷媒管を通して送端側に戻すように循環して冷却するとき、外部冷媒管 7 a の熱収縮によって生じる超電導ケーブル 11 の座屈を、外部冷媒管 7 a に設けた内部突起 10 により、この突起 10 を支点とした自己スネークを円滑に形成するようにしているので、冷却によって生じる座屈を容易に吸収することができ、超電導ケーブル 11 あるいは外部冷却管 7 a を何ら破壊することがない。

〔発明の効果〕

以上説明したとおり、この発明の極低温超電導ケーブルの冷却方法によれば、先ず冷却開始時において往路を形成する外部冷媒管から冷却することにより、超電導ケーブルに何らの破断等の損傷を与えることなく冷却することが可能となる。

また、システム全体の冷却時間を内外から冷却するので大幅に短縮することができる。

4. 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の冷却方法に使用する極低温

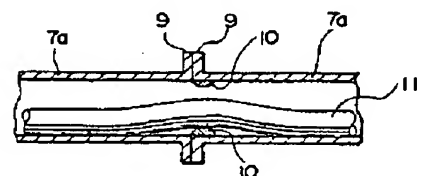
超電導ケーブルの横断面図、

第 2 図は、極低温超電導ケーブルの長さ方向の断面図、

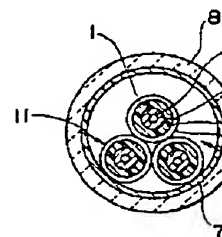
第 3 図は、他の例を示す外部冷媒管内に超電導ケーブルをスネーク状に布設した長さ方向の断面図である。

- 1 …… 内部冷媒通路
- 2 …… 内部冷媒管
- 3 …… 導体
- 4 …… 外部遮蔽層
- 5 …… 外部冷媒通路
- 6 …… 外部冷媒通路
- 7 …… 外部冷媒管
- 8 …… 断熱層
- 9 …… 外部冷媒管継部
- 10 …… 内部突起
- 11 …… 超電導ケーブル

第 3 図



第 1 図



第 2 図

